This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

D391

UC-NRLF

$B 31 378

YC 17747

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

DES

AÉROPHORES

ET

DE LEUR APPLICATION AU TRAVAIL

DANS LES MINES

Digitized by Google

PARIS. — IMPRIMERIE CUSSET ET Cᵉ, 26, RUE RACINE.

Digitized by Google

DES

AÉROPHORES

ET DE

LEUR APPLICATION AU TRAVAIL

DANS LES MINES

PAR

A. DENAYROUZE,
LIEUTENANT DE VAISSEAU,

ET

L. DENAYROUZE,
ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

PARIS
DUNOD, ÉDITEUR,
LIBRAIRE DES CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,
Quai des Augustins, 49.

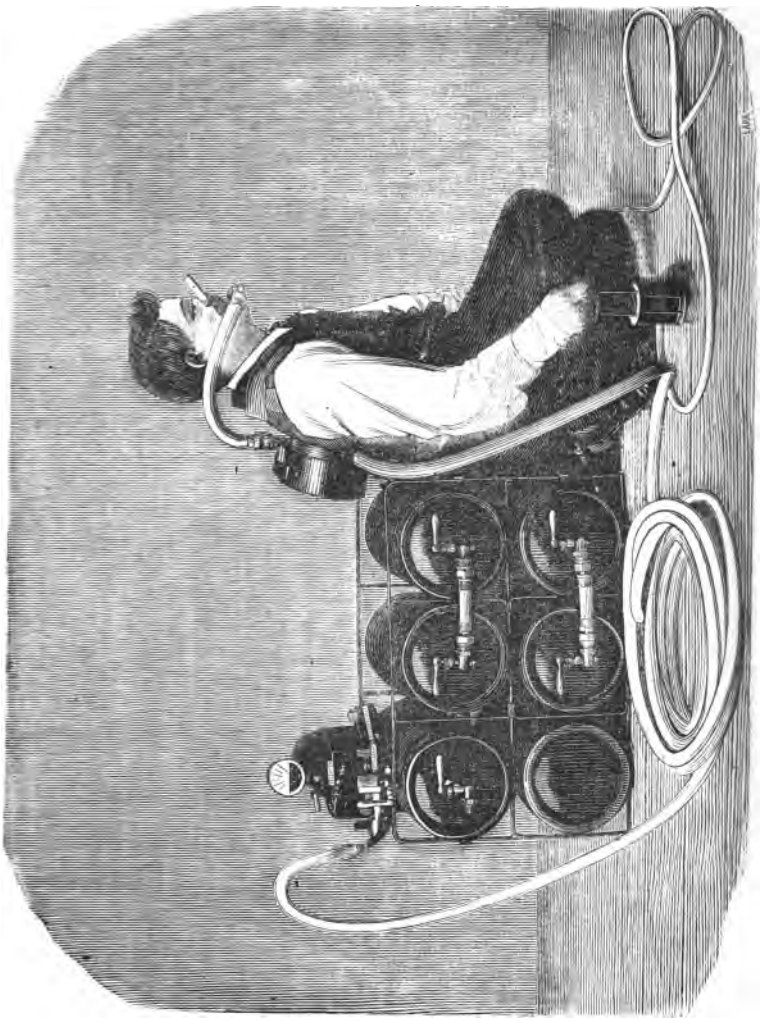
1872

Tous droits réservés.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

X-TN
D391

DES

AÉROPHORES

ET

DE LEUR APPLICATION AU TRAVAIL

DANS LES MINES

Chacun sait que lorsque le renouvellement de l'air devient difficile en des points déterminés d'une mine, des gaz dangereux ne tardent pas à s'y accumuler et les travaux sont rendus tout au moins pénibles, si même ils ne sont point brusquement interrompus par quelque épouvantable accident.

De même, lorsqu'un incendie éclate dans les galeries, on doit, le plus souvent, renoncer à le combattre autrement qu'en faisant la part du feu et même, si l'on peut ainsi parler, celle de la fumée.

Le but de cette étude est de signaler aux ingénieurs et aux exploitants un moyen efficace d'effectuer toute espèce de travaux dans les milieux soit irrespirables, soit détonants, aussi facilement et avec la même sécurité que dans une atmosphère non viciée.

M342463
D
Digitized by Google

Au lieu de laisser les ouvriers lutter au péril de leur vie contre les émanations délétères, quand la ventilation est insuffisante, on n'aura qu'à les munir de l'aérophore pour voir toute difficulté de respiration et d'éclairage disparaître en même temps que tout danger.

En outre, si une explosion de grisou vient à se produire dans le cours des travaux ordinaires, on aura désormais un moyen efficace de venir au secours des malheurenx que l'explosion n'aura pas tués sur le coup.

En somme, l'invention nouvelle permet de lutter avec avantage contre la plus grande des difficultés naturelles restées invaincues dans une industrie si importante et si bien dirigée.

Digitized by Google

CHAPITRE Ier.

PRINCIPE DES AÉROPHORES.

Il y a déjà une dizaine d'années, M. Rouquayrol, ingénieur des mines de Firmy, présenta à l'examen de la commission de sauvetage, instituée par la Société minérale de Saint-Étienne, un appareil propre à pénétrer dans les gaz méphitiques. A la suite d'essais satisfaisants, la Société, dans sa séance du 6 décembre 1863, décerna à M. Rouquayrol, sur le rapport de M. l'ingénieur Mallard, une médaille d'argent.

Malgré cet encouragement, cet appareil est resté durant un laps de temps assez long sans trouver de grandes applications industrielles. Le principe en était cependant excellent, si les dispositions n'en étaient pas très-simples.

MM. Denayrouze frères ont repris la question dans ces derniers temps : ils ont résolu le problème de l'éclairage comme complément obligé de celui de la respiration, et pour ce double objet ils se sont attachés à construire des appareils *pratiques* permettant d'opérer dans les gaz tant explosibles que simplement irrespirables des travaux réguliers et continus aussi bien que les sauvetages les plus longs et les plus dangereux.

Le problème à résoudre avait été posé d'une façon aussi

Digitized by Google

claire et aussi complète que possible par l'Académie des sciences de Bruxelles quand vers 1853 elles avait mis au concours la question suivante :

« Indiquer un procédé pratique, d'un emploi commode « et sûr qui permette à l'homme :

« 1° De pénétrer *sans délai* à de *grandes distances;*

« 2° *De séjourner;*

« 3° *De s'éclairer;*

« 4° *D'agir librement*

« dans les excavations remplies de gaz nuisibles. »

Aucun des appareils présentés, jusqu'à ce jour, à l'examen des ingénieurs des mines, n'avait donné de résultats entièrement satisfaisants. Certains remplissaient quelques-unes des conditions énumérées tout à l'heure, mais aucun ne les remplissait toutes. Aussi il n'est pas de rapport qui, quelque élogieux qu'il soit sur certains points, ne se termine invariablement par l'expression d'un certain nombre de *desiderata* que les rapporteurs voudraient voir se réaliser.

C'est précisément en compulsant tous les travaux antérieurs sur la matière et en tenant compte successivement de chacun des vœux exprimés par les membres les plus éminents du corps des mines et par les commissions nommées ad hoc, que nous croyons avoir remédié aux divers inconvénients signalés dans les systèmes antérieurs. Nous espérons être arrivés à construire des appareils satisfaisant à toutes les conditions énumérées dans l'énoncé du problème trancrit ci-dessus, et ces conditions sont, à ce qu'il semble, nécessaires et suffisantes pour qu'un instrument qui y satisfait devienne d'une utilité pratique incontestable.

Les appareils Rouquayrol-Denayrouze peuvent être divisés en deux classes :

1° Appareils à basse pression ;

Digitized by Google

2° Appareils à haute pression.

Avant d'entrer dans le détail des éléments qui composent les divers types d'aérophores, nous donnerons une idée générale du principe sur lequel repose l'invention nouvelle et un aperçu des résultats qu'elle permet d'obtenir.

Appareil à basse pression. — Il se compose d'une pompe de compression, d'un épurateur arrêtant les poussières de charbon en suspension dans l'air, d'un tuyau de conduite d'air disposé sur une bobine d'enroulement, d'un régulateur léger porté sur le dos du mineur et d'une lampe spéciale.

Les deux éléments les plus nouveaux sont le régulateur et la lampe.

Le régulateur est à deux fins : il distribue de l'air à la fois pour la respiration de l'homme et pour la combustion de la lampe. Son poids n'atteint pas 4 kilogrammes.

La lampe a la forme, le poids et l'apparence extérieure des lampes de sûreté actuelles à cylindres de verre. Mais elle en diffère entièrement par le principe, car elle brûle aux dépens d'une atmosphère autre que celle de la mine. L'air qui lui vient du régulateur étant toujours exempt des carbures d'hydrogène, elle donne une entière sécurité dans les milieux les plus détonants.

Ces deux appareils présenteront toujours sur tous ceux du même genre qui pourront être postérieurement inventés cet avantage que le mineur et la lampe dépensent respectivement pour leur alimentation une quantité d'air minimum.

Examinons, en tenant ces préliminaires pour exacts, si des appareils de ce genre satisfont d'une manière complète aux diverses conditions du problème énoncé plus haut.

En effet, on peut :

Digitized by Google

Séjourner. — Il est clair que la pompe fournissant de l'air d'une manière continue, le mineur pourra prolonger indéfiniment son séjour dans les galeries malsaines.

S'éclairer. — Clarté, légèreté et sécurité absolue, telles sont les conditions que doit remplir une bonne lampe de mines, et ce sont des qualités qui appartiennent à la lampe dont il s'agit.

Agir librement. — La légèreté et le petit volume du régulateur laissent à l'homme son entière liberté de mouvements.

Ces trois résultats sont les principaux, pour ne pas dire les seuls à obtenir, quand il ne s'agit que d'effectuer un travail régulier d'exploitation dans les gaz nuisibles. Mais dans un cas pressé ou lorsqu'il s'agit d'opérer un sauvetage, il faut plus spécialement que l'on puisse pénétrer *sans délai* à de *grandes distances.*

Or, avec la précaution prise d'avance une fois pour toutes d'avoir des tuyaux disposés et enroulés, prêts à la manœuvre sur les bobines, il suffit, pour monter l'appareil, de visser deux raccords, l'un sur la pompe, l'autre sur le régulateur, ce qui est fait en un clin d'œil. La pompe est toujours en état de service, tant est grande la simplicité de ses organes : elle est impossible à déranger, et des pompes abandonnées des années entières toutes montées fonctionnent comme au premier jour, dès que l'on introduit sur les pistons l'air nécessaire à leur fonctionnement. Quant aux régulateurs, leur soupape est un simple clapet protégé avec toutes les précautions imaginables. En un mot l'appareil peut fonctionner presque instantanément, de sorte qu'en ce qui concerne le délai, la solution est encore très-bonne. Elle est moins satisfaisante en ce qui concerne la distance, car il

Digitized by Google

est clair que la profondeur à laquelle on pourra pénétrer dans les galeries est limitée d'abord par la longueur du tuyau dont on dispose, et qui serait le plus souvent insuffisante s'il fallait laisser la pompe à l'extérieur des puits.

Mais l'espace occupé par cette pompe est si restreint (0m40, de largeur), qu'on peut toujours l'établir dans le sens de la longueur d'une galerie, au plus près du lieu de l'accident et l'amener là sur le premier chariot venu.

En résumé, cet appareil est éminemment propre à effectuer toute espèce de travaux d'exploitation et de sauvetage quand les gaz délétères n'ont envahi que certains points de la mine sans rendre les galeries totalement inabordables.

Néanmoins, suivant une observation parfaitement juste de l'Académie de Bruxelles et une remarque analogue de M. Callon dans un travail de ce savant ingénieur sur les appareils de sauvetage, tout appareil de ce genre exigeant l'emploi de tuyaux ne peut être considéré comme un appareil parfait. Et cela, parce qu'on ne peut avancer dans une galerie malsaine que d'une quantité limitée par la longueur des tuyaux, qu'ensuite on peut avoir à suivre des détours et des coudes brusques où les tuyaux deviennent embarrassants, enfin et surtout parce qu'il peut se produire des éboulements qui, même moins importants que le premier, suffisent à écraser le tuyau et à compromettre la vie du sauveteur.

Pénétrés de la justesse de ces observations, nous avons construit l'appareil suivant, spécialement destiné aux sauvetages et aux travaux de toute nature dans les galeries remplies de gaz délétères sur une profondeur aussi grande que l'on voudra, et permettant même de séjourner indéfiniment dans des mines complétement envahies et abandonnées.

Digitized by Google

Appareil à haute pression. — Cet appareil permet :

1° Avec un seul mineur, de faire séjourner celui-ci dans un milieu irrespirable ou explosible pendant un temps extrêmement long, sans qu'il ait aucune communication avec l'extérieur ;

2° Avec deux ouvriers, de faire vivre l'un deux dans ces conditions pendant un temps indéfini ;

3° Avec un grand nombre d'ouvriers, d'effectuer à telle distance et pendant tout le temps que l'on voudra dans les gaz malsains, toute espèce de travaux importants soit de sauvetage, soit d'exploitation, d'une manière continue et durant des mois entiers, si l'on veut sans interruption.

Jusqu'ici, toutes les fois que le mineur prenait avec lui une provision d'air comprimé, de deux choses l'une : ou le réservoir qu'il emportait sur son dos était volumineux et peu résistant, auquel cas il était embarrassant et ne contenait d'air que pour un temps très-court ; ou bien il était de dimensions plus réduites avec des parois très-fortes, auquel cas il était lourd et ne contenait d'air que pour un temps encore fort limité.

Trouver un moyen de concilier la légèreté du premier système avec l'exiguïté de volume du second, donner au séjour possible une plus grande durée et si possible une durée indéfinie, tels étaient les points de départ des recherches nouvelles.

Une idée fort simple, dont il faut faire honneur à l'éminent et regretté M. Combes, a permis de résoudre complétement le problème.

Divisons les difficultés : au lieu de faire porter à l'homme constamment, pendant la durée de son travail, toute sa provision d'air ainsi que les récipients de poids écrasant qui la contiennent, faisons en sorte que celui-ci n'ait qu'à les traîner sur un petit chariot jusqu'au point où son

Digitized by Google

travail doit se faire (c'est le conseil de M. Combes), puis une fois qu'il est arrivé sur le lieu d'opérations, débarrassons l'ouvrier de sa provision d'air, rendons l'en indépendant tout en laissant celle-ci près de lui comme une sorte de source d'air automatique, une espèce de pompe sans pompeurs, lui donnant, sans qu'il communique avec l'extérieur, l'air dont il a besoin soit pour respirer, soit pour s'éclairer, nous aurons résolu la question.

Voici maintenant les dispositions pratiques que nous avons adoptées pour obtenir cette *distribution automatique de l'air emmagasiné.* L'appareil comprend toujours en premier lieu, le régulateur et la lampe. Ainsi la respiration du plongeur et son éclairage ont lieu non-seulement de la même façon qu'avec l'appareil n° 1, mais encore précisément avec les mêmes engins. Seul, l'approvisionnement d'air varie. De cette façon, si chaque mine adoptait les aérophores, le type n° 1 servirait le plus souvent pour les travaux courants des galeries. Il n'y aurait, en cas d'envahissement subit des gaz délétères sur un grand parcours, ou lors d'un accident grave, qu'à recourir au type n° 2 pour pouvoir pénétrer au plus profond des galeries. C'est ainsi qu'en Amérique on emploie la pompe à vapeur quand les pompes à incendies ordinaires ne suffisent plus. Le premier appareil est en quelque sorte d'utilité privée, le second serait d'utilité publique.

Nous allons énumérer, sauf à les décrire plus tard, les divers engins qui assurent l'approvisionnement du mineur isolé et livré à lui-même.

Ils comprennent : 1° Une pompe appelée *compresseur-compensateur*, beaucoup plus puissante, mais tout aussi simple que la première comme dispositions d'organes.

2° Un réservoir d'air présentant une disposition spéciale et que nous nommerons *réservoir de distribution ;*

Digitized by Google

3° Un nombre indéterminé de réservoirs cylindriques en tôle de fer susceptibles d'être à volonté séparés ou réunis et pouvant être portés sur un chariot léger. La communication entre deux réservoirs consécutifs s'établit au moyen d'un court tuyau de caoutchouc se vissant sur des pièces coudées à robinets portées sur les fonds des réservoirs cylindriques.

Voici maintenant comment fonctionnera l'appareil :

Au moyen de la pompe on commence à comprimer de l'air à une forte pression de 20 à 30 atmosphères (pressions que la pompe permet de manier le plus aisément du monde) dans un certain nombre de réservoirs. Un seul si le temps presse ; six si, comme il arrive souvent, le sauvetage ne peut commencer qu'après le déblai des éboulement ou le percement d'une trouée. Ces réservoirs sont réunis sur un seul chariot et ne communiquent entre eux que si l'on juge toute économie d'air inutile.

Le premier de ces réservoirs, dit *réservoir de distribution*, porte sur l'un de ses fonds la même disposition que celle qui sert à déterminer l'écoulement de la lampe dans l'appareil n° 1.

Ici, l'écoulement se produit dans le régulateur léger porté par le mineur. Comme on est absolument maître de régler la pression à laquelle on veut que cet écoulement se produise, on peut toujours se servir du régulateur fait pour les basses pressions sans crainte d'accident.

L'air arrive à ce régulateur en passant par un tuyau léger qui part d'une tubulure du réservoir de distribution. Ce tube a une longueur assez grande pour donner à l'homme un champ d'action assez vaste autour du chariot qui porte la provision d'air.

On comprend déjà comment fonctionnera l'appareil. L'air emmagasiné à 25 atmosphères par exemple passera

Digitized by Google

à une pression inférieure, 2 atmosphères si l'on veut, dans la boîte inférieure du régulateur porté sur le dos de l'homme, par l'intermédiaire du tuyau qui va du chariot au régulateur. Dans ce régulateur il sera, à la manière ordinaire, fourni au mineur pour sa respiration et son éclairage.

Soit maintenant un mineur seul arrivé sur le lieu du travail avec six réservoirs pleins. Il consomme d'abord l'air du réservoir de distribution. Quand cet air tire à sa fin (le réservoir a un manomètre, et d'ailleurs c'est une chose dont le mineur s'aperçoit toujours en temps utile), il ouvre le premier robinet, et l'air du second réservoir passe pour moitié dans le réservoir de distribution. L'air de ces récipients épuisé, il ouvre le troisième. Ainsi de suite.

Si les travaux doivent se continuer pendant un grand nombre d'heures, un deuxième mineur, avec un chariot chargé identiquement comme le premier, vient avant que tout l'air de celui-ci se soit consommé, change tous ses récipients pleins (à l'exception de son réservoir de distribution) contre les cinq réservoirs presque vides de son camarade et s'en revient les faire remplir de façon à pouvoir toujours le tenir approvisionné au moyen d'un va-et-vient facile à comprendre.

Si le second mineur arrive trop tôt et que le premier ait encore passablement d'air, que les réservoirs 5 et 6, par exemple, soient encore remplis, alors le second mineur se contente de changer les n°s 2, 3 et 4. Le changement de chaque baril en particulier peut, en effet, s'effectuer d'une manière indépendante.

On voit qu'avec deux réservoirs de distribution et un certain nombre de récipients d'approvisionnement on arrivera, comme on l'annonçait, à faire rester un seul mineur PENDANT UN TEMPS INDÉFINI, *à telle distance que l'on voudra*, dans une galerie malsaine.

Digitized by Google

Si maintenant on veut effectuer de grands travaux dans les gaz nuisibles, on peut le faire avec la plus grande facilité dans les points que l'on ne peut ventiler. Il suffit d'avoir autant de réservoirs de distribution que l'on veut employer d'ouvriers, plus un, et un nombre assez grand de récipients d'approvisionnement. Si le travail est très-long, on applique un moteur à vapeur à la manœuvre de la pompe.

On voit donc que la solution du problème de l'Académie de Bruxelles paraît complète, et, ce qui vaut mieux, pratique.

Digitized by Google

CHAPITRE II.

DESCRIPTION DES ÉLÉMENTS COMPOSANT L'APPAREIL A BASSE PRESSION.

RÉGULATEUR A DEUX FINS.

Cet appareil sert à fournir à la fois l'air nécessaire à la respiration d'un mineur et à la combustion d'une lampe avec laquelle celui-ci s'éclaire dans les gaz irrespirables ou détonants.

Il se compose d'abord d'un réservoir où l'air s'emmagasine au fur et à mesure que la pompe l'y envoie. La pression est variable dans ce premier compartiment suivant la rapidité plus ou moins grande de la manœuvre des pistons.

L'air sort de ce dépôt pour être distribué, d'une part à la poitrine du mineur, d'autre part à la lampe, au moyen de deux dispositions bien distinctes et que nous décrirons séparément.

Description sommaire du régulateur de res-

Digitized by Google

piration. — Soit R le récipient d'arrivée d'air : il est surmonté d'une chambre à air B, fermée en dessus par un plateau métallique d'un diamètre un peu moindre que le diamètre intérieur de la chambre. Ce plateau est recouvert d'une calotte de caoutchouc souple, d'une surface plus grande, dont les bords viennent se rabattre sur les parois de la chambre de manière à former une capacité parfaitement close.

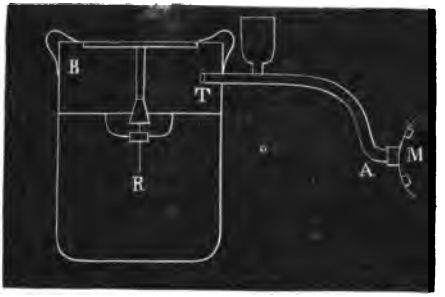


Fig. 1. — (Régulateur de respiration.)

Plateau et calotte sont susceptibles de céder, à cause de l'élasticité du caoutchouc, à une pression, soit extérieure, soit intérieure. Ils s'abaissent dans le premier cas et s'élèvent dans le second.

Entre le réservoir et la chambre à air la communication s'établit par un orifice de quelques millimètres de diamètre fermée par une soupape conique qui s'ouvre de haut en bas.

Enfin le plateau de la chambre à air supporte à sa face inférieure une tige métallique dont l'axe se confond avec celui de la soupape.

Jeu du régulateur. — Si l'on envoie de l'air comprimé dans le réservoir, sa force élastique fait fermer la soupape et la pression monte dans ce récipient.

Supposons qu'on place un poids K sur l'unité de surface du plateau, tel qu'il force la soupape à s'ouvrir. L'air comprimé se précipitera dans la chambre à air et, agissant sous le plateau, il produira un effort tendant à soulever le poids K.

Digitized by Google

Soit S la surface du plateau,
s la surface de la soupape conique,
p la pression dans le réservoir,
p' la pression dans la chambre à air.

L'effort tendant à abaisser le plateau est KS; l'effort résistant est

$$p'S + ps.$$

Il y aura équilibre lorsqu'on aura

$$KS = p'S + ps.$$

d'où

$$p' = \frac{KS - ps}{S} = K - p \times \frac{s}{S}.$$

On voit donc qu'en prenant s suffisamment petit par rapport à S, condition très-facile à réaliser entre deux surfaces, on aura sous le plateau une pression, à très-peu de chose près, égale à celle qui s'exerce au-dessus.

Si l'on ouvre une issue à l'air de la chambre, cet air s'écoule au dehors. La pression p' diminue, la soupape conique tend à s'ouvrir, mais l'air pénètre alors sous le plateau, vient rétablir l'équilibre, et l'on a un écoulement de gaz constant et que l'on peut régler en établissant dans un rapport convenable le poids K et les surfaces S et s.

Fonctionnement de l'appareil de respiration. — Ainsi donc, l'appareil nous donne un écoulement de gaz à une pression constante.

Appliquons ce principe à la respiration. Un tuyau d'aspiration T est fixé sous la chambre à air. L'ouvrier ayant chargé son régulateur sur le dos, l'air comprimé applique la soupape conique sur son siége, la chambre à air a, au-

Digitized by Google

dessus et au-dessous du plateau, de l'air à une atmosphère, tout est en équilibre.

Dès que l'ouvrier a placé entre ses dents le tuyau de respiration, il aspire par le tuyau en caoutchouc une partie de l'air contenu dans la boîte. Aussitôt la pression atmosphérique pèse sur le plateau comme le poids K, le caoutchouc cède et la pression force le plateau à descendre. La tige appuyant sur la soupape oblige celle-ci à dégager l'orifice de communication. L'air du réservoir se précipite dans la chambre, le tuyau d'aspiration, le poumon de l'ouvrier, et rétablit l'équilibre.

L'aspiration cessant, la soupape est fermée en vertu de l'excès de pression du réservoir d'air ; elle intercepte de nouveau la communication entre le réservoir et la chambre à air. La tige force le plateau à remonter. L'aspiration suivante renouvelle le jeu qui vient d'être décrit.

On voit donc que cet appareil donne exactement la quantité d'air nécessaire à la respiration. L'aspiration, en détruisant l'équilibre entre la pression extérieure et la pression intérieure, fait que la première, qui l'emporte, agit comme le poids K, et aussitôt que la dilatation du poumon cesse, la soupape conique est instantanément fermée par l'excès de pression du réservoir d'air.

Lorsque l'expiration a lieu, la soupape d'expiration, formée d'une simple feuille en caoutchouc, s'ouvre sous l'effort du poumon et laisse passer l'air expiré.

Aspiration. — L'aspiration a lieu sans effort à cause du principe du régulateur.

Soit un homme muni du réservoir. Plaçons-nous dans un cas plus défavorable qu'il ne le sera jamais dans la pratique, en supposant la pression dans le réservoir d'arrivée

Digitized by Google

égale à trois atmosphères, limite qu'on n'atteint pas pour ne pas fatiguer inutilement les pompeurs.

Appliquons la formule

$$p' = K - p\,\frac{s}{S}$$

dans laquelle on a :

p' pression dans la chambre à air, inconnue;
K pression de l'atmosphère sur la calotte, 1;
p pression dans le récipient d'arrivée, 3;
s surface de la soupapé, $0^{\text{cent. q.}},20$;
S surface de la calotte, 315 cent. quarrés.

On a donc :

$$p' = 1^{\text{atm.}} - 3^{\text{atm.}}\,\frac{0,20}{315} = \frac{524}{525} \text{ d'atmosphère.}$$

On peut donc conclure que :

L'air est fourni au poumon presque exactement à la pression ambiante. Le poumon ne reçoit que la quantité d'air dont il a exactement besoin.

Expiration. — Nous venons de voir que le poumon de l'ouvrier contient de l'air à la pression ambiante. La soupape d'expiration, qui est formée d'une simple feuille de caoutchouc repliée, est soumise à la même pression au dedans et au dehors. Elle s'ouvre donc, si le poumon rejette de l'air, au moindre souffle. La pression extérieure la referme si le poumon aspire de nouveau.

Description sommaire et jeu du régulateur d'éclairage. — Supposons que sur le récipient d'arrivée d'air R, au-dessus de la chambre à air B et de la calotte C,

Digitized by Google

nous établissions un couvercle H formant une troisième capacité fermée englobant la calotte et la chambre. Imaginons que dans l'intérieur de cette roisième chambre nous puissions, au moyen d'un robinet E, faire arriver une certaine quantité d'air puisée dans le réservoir R; que va-t-il se produire?

L'air passé du réservoir R sous le couvercle H va agir sur la calotte C comme le poids K dont il était question dans la théorie précédente. Dès que la pression de cet air sera devenue suffisante pour vaincre la résistance du clapet O transmise par la tige, la calotte s'abaissera et déterminera un écoulement constant par l'orifice T.

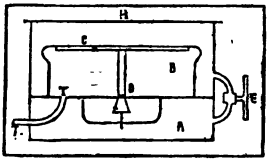


Fig. 2.

Cet écoulement aura lieu à une pression très-peu différente de celle de l'air enfermé entre la calotte et le couvercle. On la déterminerait par le calcul au moyen de la même formule que précédemment.

Remarquons seulement que cet écoulement peut être à volonté rendu très-lent ou très-rapide, et que l'on peut faire varier à volonté la pression sous laquelle il a lieu, en disposant convenablement de la quantité d'air que l'on fait passer à volonté du réservoir R sous le couvercle H.

En outre, l'effet se produira toujours également, quelle que soit la position de la calotte C, tandis qu'avec un poids proprement dit, il ne pourrait y avoir abaissement de la tige et ouverture de la soupape que si la masse pesante agissait verticalement, c'est-à-dire si la calotte restait horizontale.

Supposons maintenant que l'air qui s'échappe par l'orifice T, au lieu de conduire l'air à la poitrine du mineur, le guide par un tuyau jusque sur la flamme d'une lampe; on

Digitized by Google

pourra régler l'arrivée du gaz de façon que la flamme ne reçoive que la quantité d'air exactement nécessaire et suffisante pour la régularité de la combustion.

Cette disposition si simple a permis de résoudre complétement le problème de l'éclairage dans les gaz impropres à la combustion. On n'a eu qu'à disposer une lampe qui permit d'isoler complétement la flamme de l'atmosphère viciée et à faire alimenter celle-ci par de l'air pur envoyé du réservoir R au moyen du régulateur que l'on vient de décrire.

Description du régulateur à deux fins.—Voyons maintenant comment ces deux dispositions ont été réunies.

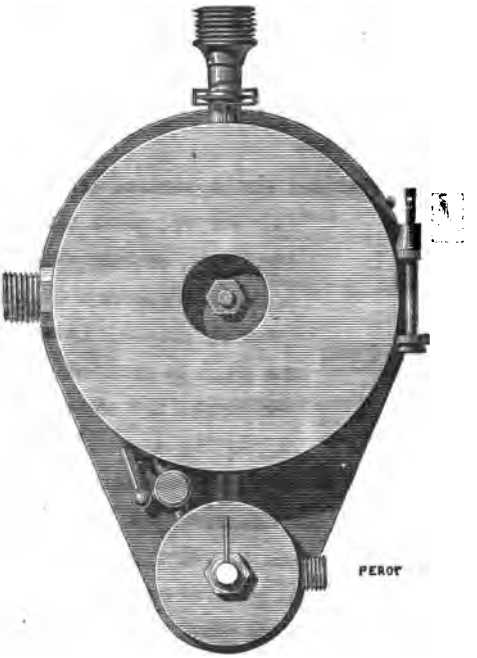


Fig. 3.

Digitized by Google

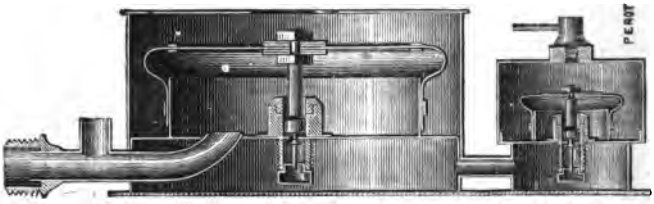


Fig. 3 *bis.*

Le réservoir d'arrivée d'air est formé de deux compartiments à faces planes rapprochées, en communication constante. Chacun des deux récipients porte une chambre à air de dimensions différentes. La plus grande, dont la calotte est protégée contre les chocs par une simple feuille de tôle, sert à la respiration. La seconde, munie d'un couvercle se serrant à force sur une bague à vis et rondelle de cuir, sert à l'éclairage.

Deux dispositions spéciales de ce dernier régulateur méritent d'être signalées.

Au lieu d'un robinet simple devant servir à faire passer l'air du récipient d'arrivée sous le couvercle, le tube de communication porte un robinet à deux voies et une coquille creuse. Lorsque le robinet est dans la position de la *fig.* 4, le récipient d'arrivée communique avec la coquille et est séparé de la chambre à air. Si l'on fait un quart de tour, c'est au contraire la chambre à air qui communique avec la coquille. De cette façon on n'a pas à craindre qu'il arrive à passer trop d'air du récipient sous le couvercle. Le gaz y arrive par bouffées, pour ainsi dire. On n'introduit à chaque tour de robinet qu'un volume d'air égal à celui de la coquille, de sorte que l'on pourrait mesurer par le nombre

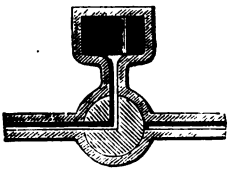


Fig. 4.

Digitized by Google

de manœuvres de la clef la proportion du gaz introduit sous le couvercle. Mais les dimensions sont réglées de manière qu'un seul tour donne la quantité nécessaire et suffisante.

Au centre du couvercle, un écrou garni d'une rondelle de cuir sert à faire évacuer après coup l'air introduit sous le couvercle pour déterminer l'écoulement.

Nous allons donner maintenant la description de certains organes principaux du régulateur.

Chambre à air. — La chambre à air, faite en tôle plus légère, est soudée sur le réservoir d'air. Sa capacité dépend essentiellement des dimensions relatives du plateau et de la soupape de distribution d'air. Elle est percée d'un trou permettant de souder le bout des tuyaux sur lesquels se fixent le tube de respiration et la soupape d'expiration. La chambre à air est aussi étamée à l'intérieur.

Soupape de distribution d'air. — Dans l'orifice, fileté, dirigé suivant l'axe de la chambre à air, se trouve placée la pièce la plus importante de l'appareil, la *soupape de distribution d'air*.

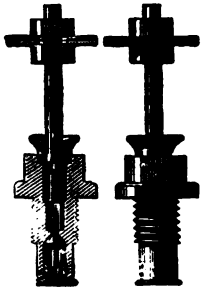


Fig. 5.
Soupape
de distribution d'air.

Elle se compose de plusieurs parties :

1° Le corps de la soupape ;

2° Le clapet et son bouton ;

3° La tige, son butoir, son bouton, ses écrous et ses rondelles.

Le corps de la soupape se compose, à l'extérieur, d'une partie filetée qui se visse dans le réservoir d'air. Une

Digitized by Google

embase, placée au-dessus de la partie filetée, sert à serrer le joint en cuir.

Fig. 6. — Corps de la soupape.

La partie qui est taillée à six pans sert de point d'appui à la clef pour visser et dévisser la soupape.

L'intérieur du corps est fileté à la partie inférieure pour recevoir le bouton du clapet. Au-dessus se trouve la partie pleine dans laquelle est pratiqué l'orifice tronc-conique sur lequel vient s'appliquer le clapet lorsque la soupape intercepte toute communication entre le réservoir et la chambre à air.

Dans l'autre partie pleine qui surmonte le corps de la soupape sont pratiquées quatre rainures symétriquement placées qui permettent le passage de l'air autour du guide du clapet.

Le clapet a la forme d'un tronc de cône terminé par deux petites tiges cylindriques qui glissent dans les cercles ménagés au centre des rainures des corps de la soupape et du bouton du clapet. On a adopté cette disposition uniquement pour bien guider le clapet dans son mouvement. Aux points extrêmes de la course, les guides sont toujours engagés dans les petits cercles pratiqués au centre de rencontre des rainures. On est alors parfaitement sûr qu'une irrégularité quelconque dans le passage rapide de l'air ne pourra pas empêcher le clapet de fermer la soupape.

Fig. 7. — Clapet.

Le bouton du clapet termine la soupape à la partie inférieure. Il sert de guide et de support au clapet. L'air passe par la base du bouton. Quatre rainures sont aussi ménagées à cet effet dans cette base, de sorte que l'air arrive librement sous le clapet. Le bouton est terminé par un

Digitized by Google

Fig. 8.
Bouton du clapet.

grillage en toile métallique, qui arrête les impuretés que l'air pourrait entraîner dans la soupape

La tige qui porte le plateau est cylindrique à la partie inférieure et filetée à la partie supérieure. Elle porte un butoir qui règle la course du plateau. Le butoir allant frapper le cercle plein placé au-dessus des rainures du corps de la soupape, le plateau ne peut plus descendre et l'arrivée de l'air est permise.

Le butoir, au moment de l'expiration, va frapper le bouton de la tige, et le plateau ne peut plus remonter; l'air en excès ou l'air expiré s'écoule par la soupape d'expiration.

La position du butoir a ainsi la plus grande influence sur la consommation de l'air. Lorsque le plongeur a cessé d'aspirer, la soupape est appliquée sur son siége par l'excès de pression. Ce mouvement d'ascension est facilité en outre par l'air expiré qui est rejeté dans le tuyau de respiration, repasse sous le plateau et lui donne un mouvement d'élévation.

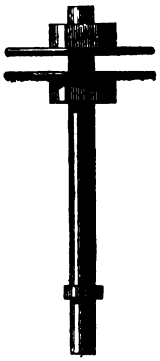


Fig. 9. — Tige.

Si le butoir venait frapper le bouton juste au moment où le clapet empêche l'accès de l'air, l'air expiré s'échapperait immédiatement par la soupape d'expiration,

Mais, si l'on abaisse sur la tige la position du butoir, il en résultera que le plateau obéira au mouvement ascensionnel que lui imprime l'expiration, et l'air ne s'échappera par la soupape d'expiration que lorsque le butoir aura frappé contre le bouton de la tige. On peut donc aussi faire varier la quantité d'air chassée de la chambre à chaque expiration. Le butoir remplit ainsi un office analogue à celui de la détente des ma-

Digitized by Google

chines à vapeur, et sa position sur la tige pourra causer, si on le veut, un retard de l'expiration par rapport au mouvement du poumon. Dans les appareils à basse pression où l'air est envoyé constamment par la pompe, cette disposition n'a pas grande importance; mais dans les appareils à haute pression, où il faut économiser le plus d'air possible, le butoir a été placé de façon à ce que le même air soit respiré deux fois. L'expérience démontre qu'il n'y a à cela aucun inconvénient. C'est, du reste, un fait général qui se produit dans les habitations bien closes où l'air ne se renouvelle que partiellement.

Le bouton de la tige se visse dans la partie supérieure du corps de la soupape. Il sert, comme nous venons de le voir, à limiter la course du plateau. Le butoir et le bouton sont aussi percés de rainures symétriques pour faciliter le passage de l'air.

Fig. 10. — Bouton de la tige.

La partie filetée de la tige porte le plateau. Les rondelles et les écrous servent à appuyer et à fixer ce dernier.

La soupape de distribution ainsi composée de plusieurs pièces se démonte facilement. Son jeu est sûr et la visite de ses différentes parties très-facile.

Le *plateau* est en bois ou en métal. Pour les appareils destinés à un service fréquent, le plateau se compose de deux cercles de zinc réunis par des vis en cuivre qui traversent la calotte en caoutchouc.

La *calotte* est en caoutchouc très-pur, elle a ainsi une grande élasticité. Elle est fixée sur le plateau par les vis en cuivre, sur la chambre à air par un cercle aussi en cuivre, dont les segments sont serrés par un boulon et un écrou à oreilles.

Sur la chambre à air est soudé le bout en fer étamé, sur

Digitized by Google

lequel se placent le tuyau de respiration et la soupape d'expiration.

Le réservoir-régulateur porte, près de la chambre à air, des boucles pour fixer les bretelles qui servent à charger l'appareil sur le dos du plongeur.

Le *tuyau de respiration* est en caoutchouc très-souple. Il se fixe d'un côté au moyen d'une ligature en fil de laiton ou de chanvre sur le bout soudé à la chambre à air ; de l'autre côté, il se place sur le bec métallique qui porte le ferme-bouche.

Soupape d'expiration. — La *soupape d'expiration* se compose de deux feuilles minces de caoutchouc collées aux extrémités, dans le sens de la longueur. La pression de l'eau ou du milieu ambiant, jointe au ressort du caoutchouc, les applique fortement l'une contre l'autre. Cette soupape, de la plus grande simplicité, est d'un emploi très-sûr. Elle empêche l'air extérieur de pénétrer dans la chambre à air, et elle rend le mouvement d'expiration aussi doux qu'à l'air libre.

Fig. 11.
Soupape d'expiration.

La position de la soupape d'expiration peut varier sans inconvénient.

Ferme-bouche. — Une difficulté à vaincre consistait dans la nécessité d'envoyer simplement et sûrement à la fois l'air du réservoir-régulateur dans la bouche du plongeur. On se sert, pour cela, d'un ferme-bouche en caoutchouc vulcanisé qui se place entre les lèvres et les dents.

Fig. 12.
Ferme-bouche.

Le tuyau d'aspiration arrive au centre du ferme-bouche.

L'air aspiré ainsi que l'air expiré passent

Digitized by Google

successivement par le trou placé au centre de ce masque de respiration.

Deux appendices, également en caoutchouc, sont placés à droite et à gauche du trou du tuyau de respiration. Ils sont destinés à être saisis avec les dents.

Il est clair que l'air ne pourrait pénétrer dans la bouche qu'au moment de l'aspiration ; mais le premier effet de ce mouvement est d'appliquer fortement la matière élastique du caoutchouc sur les dents. Le ferme-bouche forme alors sur celles-ci un joint hermétique qui s'oppose à toute introduction de l'eau. C'est une sorte d'autoclave que la pression extérieure applique sur les dents. Dans le mouvement d'expiration, le ferme-bouche ne risque pas de s'échapper, car il est maintenu entre les gencives et les lèvres. Les dents d'ailleurs, mordant sur les appendices du ferme-bouche, ne lui permettent aucun mouvement.

Ce ferme-bouche est très-simple et d'un emploi sûr.

Digitized by Google

CHAPITRE III.

LAMPE DENAYROUZE.

Description. — Cette lampe est tout à fait semblable extérieurement aux lampes de sureté à cylindre de verre, que l'on emploie dans les mines et dont nous croyons inutile de donner la description.

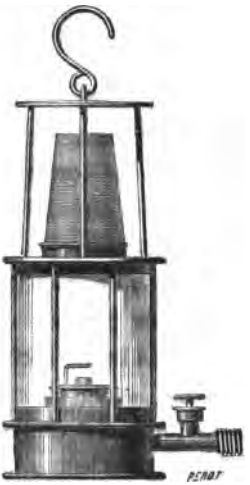


Fig. 18.

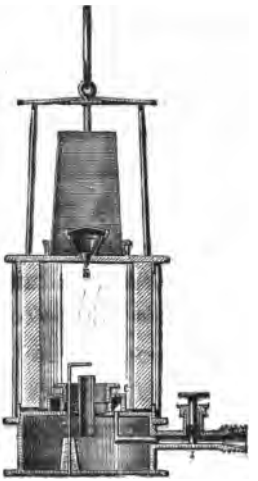


Fig. 18 *bis*.

Elle en diffère :

1° Par un bout de tube adducteur en bronze T, muni d'une pièce d'admission (simple vis découvrant progressivement une ouverture pratiquée longitudinalement dans

Digitized by Google

l'écrou, ce qui permet de donner à l'air un orifice d'accès de grandeur variable à volonté) ;

2° Par ce couvercle lui-même C qui forme au-dessus du réservoir d'huile une capacité dans laquelle le tube T amène l'air. Ce couvercle porte un collet circulaire percé de trous par où l'air s'échappe tout à l'entour de la mèche et vient lécher la flamme ;

3° Par un disque placé à la partie supérieure du globe de verre et percé à son centre d'un orifice d'un très-petit diamètre. Cet orifice est fermé par un clapet S recouvert d'une double garde de toile métallique.

Principe de la lampe. — Il consiste à alimenter la combustion de la flamme, non pas au moyen de l'air ambiant, mais avec de l'air pur venu du réservoir régulateur porté sur le dos du mineur.

Fonctionnement de la lampe. — L'air s'écoulant sous pression constante du régulateur d'éclairage est conduit par le tube adducteur T jusques sous le couvercle C. Il s'échappe de là par les trous disposés circulairement autour de la mèche et alimente la flamme. Celle-ci est d'ailleurs préalablement allumée avant qu'on n'ait vissé le réservoir à huile au-dessous du verre. Les produits de la combustion, pour s'échapper dans l'atmosphère, sont obligés de soulever le clapet, et par suite de former, de dedans en dehors, un courant qui à cause de l'exiguité de l'orifice est nécessairement assez rapide. On règle d'ailleurs l'arrivée d'air de façon à ce que la flamme soit bien nette et bien égale. Si elle tremblotte on diminue l'écoulement au moyen de la vis d'arrivée; si la mèche charbonne, on l'augmente au moyen de la même vis ou du robinet d'accès du régulateur. Ce réglage, fait une fois pour toutes, est on

Digitized by Google

ne peut plus simple, et ne dure pas une demi-minute.

Tant que le courant d'air a la force nécessaire pour soulever le clapet, il est clair que les gaz formant l'atmosphère extérieure ne pourront pénétrer dans le globe. Si ce courant, par accident, cessait d'être assez violent pour tenir ce clapet ouvert, son propre poids le ferait retomber et fermerait de même accès aux fluides du dehors.

Cette lampe ne brûlant ainsi que de l'air pur, il ne peut jamais arriver ce qui se produit avec les meilleures lampes de sûreté actuelles. Avec celles-ci, dès que les carbures d'hydrogène se trouvent en trop grande proportion dans l'atmosphère d'une galerie, la flamme grandit, se développe jusqu'à remplir le cylindre de verre et arrive même jusqu'à lécher la toile métallique de la cheminée, qui rougit et peut finir par enflammer le mélange détonnant.

Or la lampe que nous décrivons brûle, comme on le voit, d'une manière absolument indépendante du milieu dans lequel le mineur la porte. Le mélange explosible a beau varier de composition et devenir dangereux, comme, d'une part, il ne peut arriver sur la flamme et que, réciproquement, la flamme ne peut augmenter de volume et s'étendre à l'extérieur, tout accident est conjuré.

On pourrait craindre qu'une particule enflammée venant à être détachée de la mèche ne parvînt par le plus grand des hasards à sortir par le clapet et n'enflammât le grisou. Si l'on réfléchit que le haut du globe ne renferme que des gaz brûlés, soit de l'azote et de l'acide carbonique, on se rendra compte qu'il y a toute probabilité pour que l'étincelle cesse d'être incandescente.

Pour plus de sûreté, on a disposé trois compartiments successifs de toile métallique, au travers de laquelle la parcelle enflammée devra passer. Chacun sait avec quelle facilité les bluettes s'éteignent au contact d'un corps bon

Digitized by Google

conducteur. On peut donc considérer toute explosion comme impossible.

En ce qui concerne les fêlures pouvant se produire accidentellement, par exemple s'il arrive de l'eau sur le verre chaud, l'expérience a montré, avec les autres lampes, que les fêlures des verres très-épais et recuits, maintenus par un serrage, ne sont point dangereuses, parce que les fentes qui se produisent à la suite de dilatations irrégulières ne donnent point accès aux gaz du dehors.

Ainsi donc cette lampe donne une sécurité à peu près absolue. Quant à sa commodité, elle est la même que celle des lampes actuellement en usage.

On pourrait craindre que le tuyau élastique qui va du régulateur à la lampe ne fût exposé à des flexions brusques ou à des écrasements pouvant intercepter l'arrivée de l'air. Mais la construction particulière de ce tuyau met à l'abri de ces inconvénients : Le tube est de diamètre très-étroit, sa résistance est énorme (20 atmosphères) et sa solidité très-grande sans que son élasticité soit diminuée. Une garniture intérieure en fil métallique enroulé en hélice empêche qu'il puisse jamais se produire un coude brusque, et s'oppose à l'aplatissement d'une manière si efficace qu'un homme peut piétiner avec force sur ce tuyau sans lui occasionner la moindre avarie.

Digitized by Google

CHAPITRE IV.

POMPE A AIR.

Principe de la pompe à air. — La difficulté de comprimer l'air à une pression assez élevée est considérable. Quelque parfaite que soit une garniture de piston, il arrive toujours, lorsque l'air est fortement comprimé, que ce dernier passe entre le piston et le corps de pompe. Il en résulte immédiatement une contre-pression qui détruit une partie de l'effort exercé sur les leviers des pompes et empêche d'atteindre jamais une pression très-considérable.

Le principe qui a servi de base à la construction des diverses pompes du système Rouquayrol-Denayrouze est le suivant :

Enfermer l'air entre des couches d'eau de manière à rendre impossible toute fuite d'air.

Dans ce but le piston a été fixé *verticalement* et le corps de pompe rendu *mobile*.

Il résulte de cette disposition que l'on peut couvrir d'eau le piston et la soupape du chapeau. L'air se trouve donc comprimé dans le corps de pompe entre la base du chapeau et le piston. D'un côté, il ouvre la soupape supérieure et se rend dans le chapeau ; de l'autre, agissant sur le piston il presse sur la couche d'eau qui noie celui-ci et ap-

Digitized by Google

plique le cuir de la garniture contre les parois du corps de pompe, avec une force d'autant plus grande que la pression est plus forte.

On voit que *les fuites sont rendues de plus en plus impossibles par l'élévation de la pression.*

On obtient ainsi un joint hydraulique, et cette nouvelle disposition donne des pompes *sans espace nuisible.*

L'air, obligé de traverser les deux couches d'eau qui couvrent les soupapes, y perd sa chaleur, qui était un second obstacle à une forte compression de l'air.

Enfin, le piston étant fixe, il suffit de retirer le boulon qui sert d'axe au balancier pour avoir sous les yeux les organes de la pompe. Elle est de la plus grande simplicité, très-ramassée et très-forte, conditions qui en font une pompe d'un usage essentiellement industriel.

Nous verrons plus loin, en traitant des appareils à haute pression, les dispositions adoptées pour compléter le principe du piston constamment noyé. Elles permettent de manier les gaz avec la même facilité que les liquides, et de faire entrer dans la pratique des pressions de 30 à 40 atmosphères sans fuite ni développement de chaleur.

Avec un compresseur compensateur, 10 à 15 minutes suffisent pour comprimer 1,200 litres d'air à 30 atmosphères. Cette pression n'avait point été pratiquement atteinte jusqu'à ce jour.

Quoique moins nouveaux que ceux du régulateur, les résultats fournis par ces pompes paraissent tout aussi importants et au moins aussi féconds en applications de tout genre.

Passons à la description des éléments de la pompe.

Piston. — La chape a sa queue filetée. Elle s'engage dans la plaque en fonte et se serre en dessous au moyen de

Digitized by Google

l'écrou. Le boulon traverse la chape, la tige du piston, et sert d'axe à ce dernier.

Le piston, proprement dit, est fixé par des branches venues de fonte avec sa tige.

La partie supérieure porte des rainures dans lesquelles s'imprime le cuir pour obtenir un joint hermétique.

Soupape du piston. — Le logement placé au centre du piston est rodé avec soin, et sert de siége à la soupape du piston.

Celle-ci a sa partie supérieure plane ; elle ferme au moyen d'un clapet tronc-conique. Autour de la soupape sont pratiqués des évidements pour permettre la libre circulation de l'air. La queue de la soupape sert à la guider dans son mouvement vertical alternatif. Sa course est limitée par un butoir placé sur la queue au moyen d'une goupille.

Le cuir du piston est embouti dans des mandrins en fonte. Il a la forme du piston et est terminé, à sa partie supérieure, par un biseau sur lequel appuie l'eau, et qui forme un joint très-sûr en cédant sous la pression de l'eau et en s'appuyant sur les parois du corps de pompe.

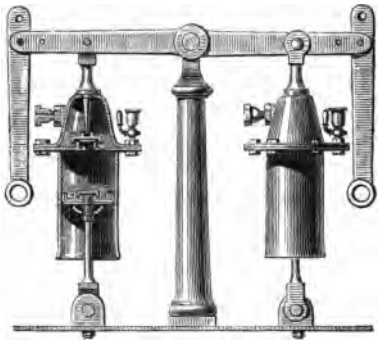


Fig. 14. — Pompe à air.

Une bague cylindrique maintient le cuir. Elle a sa partie

Digitized by Google

supérieure taillée en biseau en sens contraire du cuir, de manière à former au sommet de la garniture un coin dans lequel pénètre l'eau.

La bague est assujettie sur le piston au moyen de quatre boulons en cuivre, qui sont serrés par des écrous sous le piston.

Corps de pompe. — Le corps de pompe est terminé, à la base, par un léger évasement pour que l'on puisse plus facilement enfoncer le piston.

Il porte à la face supérieure le siége de la soupape du chapeau; il se fixe sur celui-ci au moyen de six écrous en acier.

Chapeau. — Le chapeau a une soupape de même forme que celle du piston.

La course de la soupape est limitée par un prolongement de la chape qui fixe le corps de pompe au balancier.

Le bout extérieur, fileté, fixé sur le chapeau, sert à visser le tuyau en caoutchouc. Les balanciers servant à la manœuvre de la pompe sont fixés sur la chape de la colonne par un boulon, sa rondelle et son écrou. Ils sont coudés, pour faciliter le travail des pompeurs.

La plaque de fondation est en fonte; elle porte quatre oreilles pour la fixer avec des vis sur un madrier servant de socle, ou pour placer des poids qui la maintiennent.

La colonne du centre porte la chape qui sert d'axe au balancier.

Sur le chapeau sont fixés les godets en cuivre qui contiennent l'eau destinée à noyer les soupapes des pompes.

Jeu de la pompe. — Pour se servir de la pompe, il faut charger d'eau les pistons. On fait aspirer l'eau des go-

Digitized by Google

dets, on l'on verse directement de l'eau sur les pistons par le trou des bouts filetés du chapeau sur lesquels se vissent les tuyaux.

Les soupapes ainsi noyées, on fait aspirer de l'air à la pompe.

L'air se trouve constamment emprisonné entre deux couches d'eau, et l'on a un joint hermétique sur le piston. On arrive alors très-rapidement à une pression élévée.

Les dimensions principales de cette petite pompe sont les suivantes :

	millimètres.
Diamètre des pistons.	100
Course.	180

Débit de la pompe. — On obtient en quelques coups de piston une pression de 3 à 4 atmosphères, qui est marquée par un manomètre joint à la pompe. Si l'on donne de trente-cinq à quarante coups de piston, la pompe débite de 85 à 100 litres d'air par minute.

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAPITRE V.

ACCESSOIRES.

Tuyaux de conduite d'air. — Le réservoir régulateur est mis en communication avec la pompe à air au moyen des tuyaux en caoutchouc vulcanisé dont la construction exige beaucoup de soins. Après de nombreux essais sur la résistance des tuyaux, on s'est arrêté à la méthode de construction suivante :

Le tube se compose de plusieurs toiles caoutchoutées; l'imperméabilité est obtenue au moyen de couches de feuilles fines de caoutchouc ayant $0^{mm},5$ d'épaisseur. Au milieu des toiles se trouve une hélice en fil de fer garni de caoutchouc qui augmente la résistance et empêche le tuyau de se couder. Pour préserver le tuyau des frottements et pour augmenter sa durée, on le recouvre d'une grosse toile cousue après la confection du tuyau.

Ainsi construits, ces tuyaux résistent à des pressions de 15 à 20 atmosphères, pression dont on n'approche jamais dans la pratique.

Bobine d'enroulement. — C'est un cylindre vertical, avec deux larges bases horizontales, dont l'une peut s'enlever. On enroule à l'avance et régulièrement les tuyaux sur le cylindre vertical, et on les conserve fixés entre les

Digitized by Google

deux bases jusqu'au jour du travail. Ce jour-là, il suffit de visser l'un des bouts sur la pompe, l'autre sur le régulateur, pour être prêts. Un homme file le tuyau et le mineur s'éloigne sans craindre d'être arrêté par les embarras qui se produiraient infailliblement si, au lieu de prendre les conduites d'air lovées à l'avance, il fallait les débrouiller dans les galeries étroites au sortir de magasins dans lesquels elles auraient été laissées pêle-mêle.

Épurateur. — L'épurateur sert à arrêter les poussières volantes de charbon en suspension dans l'air de la mine, et qui entraînées jusque dans le régulateur pourraient obstruer les soupapes et gêner le fonctionnement des clapets.

Fig. 15. — Épurateur.

L'appareil se compose d'un disque de feutre, serré entre deux hémisphères creux en bronze. Les poussières de charbon arrivant dans le premier compartiment sont arrêtées dans la paroi poreuse que l'air traverse sans difficulté aucune. Il suffit de laver de loin en loin le feutre pour qu'il soit toujours en état de servir.

Pince-nez. — Le nez est bouché au moyen d'un pince-nez fait de deux branches en bois, séparées par un ressort en spirale disposé de façon qu'elles soient réunies quand le ressort est distendu, et que lorsque le nez est pris entre les deux pinces, le serrage soit produit par la tension du ressort. Ce système est très-simple et très-efficace. La pression est assez faible pour que le pince-nez soit fixé avec solidité, mais sans douleur.

Casque à fumée. — Il a pour but de protéger les

Digitized by Google

yeux des mineurs contre l'action irritante de la fumée, pour qu'ils puissent s'avancer jusqu'au foyer même d'un incendie. C'est une sorte de casque en tissu léger, avec une large glace sur le devant pour la vue.

A la partie qui correspond au bas du visage est adaptée une sorte de poche en étoffe imperméable terminée par un collet circulaire en tissu élastique. On introduit par pression la tête dans ce masque, et le collet vient faire joint sur le cou.

Un ferme-bouche, placé à l'extrémité d'un tube recourbé, permet de respirer l'air du régulateur. Si par quelque interstice la fumée vient à agir sur les yeux de l'ouvrier, il n'a qu'à rejeter deux ou trois fois l'air expiré dans le masque pour en renouveler l'atmosphère.

Veste. — Le régulateur est fixé à demeure sur une veste serrée à la ceinture et à la poitrine par des boucles. Nous avons préféré fixer l'appareil sur le dos de cette manière, que recourir à l'emploi des bretelles analogues à celles d'un sac de soldat. Avec celles-ci, pendant les mouvements violents des bras dans le travail au pic, les courroies scient douloureusement l'épaule. Avec la veste, au contraire, l'effort se distribue si heureusement sur tout le buste que l'homme travaille avec une facilité tout aussi grande que s'il n'avait rien sur le dos, et de fait le régulateur ne le fatigue pas plus que le havresac à vide ne fatigue le chasseur.

La veste a été faite en étoffe imperméable pour garantir, au besoin, le mineur contre les eaux qui suintent souvent goute à goutte des parois des galeries.

Elle porte sur le côté les anneaux brisés servant à maintenir le tuyau de la lampe.

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAPITRE VI.

APPAREILS A HAUTE PRESSION.

Principe de l'appareil. — L'appareil à haute pression est fondé sur le principe suivant :

Emmagasiner une grande quantité d'air sous un petit volume dans des réservoirs qui puissent être facilement traînés jusqu'au lieu du travail. Faire en sorte qu'une fois la provision d'air amenée là, l'ouvrier puisse abandonner les récipients sans avoir à s'occuper de la manière dont l'air lui est distribué, et travailler sans être autrement chargé et gêné qu'avec l'appareil à basse pression.

En un mot, substituer à la pompe manœuvrée à bras d'homme, et par suite condamnée à rester à l'air libre pour la respiration des pompeurs, une source d'air artificielle rapprochée du mineur et lui fournissant automatiquement le gaz nécessaire à sa respiration et à son éclairage.

Ce n'est certes pas la première fois que l'on songe à emmagasiner de l'air comprimé pour le faire servir à la vie du mineur, mais on s'était toujours heurté jusqu'ici à la même difficulté : on n'avait pas imaginé de disposition qui permît de séparer le mineur de sa provision d'air. Or, comme dès qu'on maniait des pressions élevées, le réservoir qui les renfermait n'était suffisamment résistant qu'à condition de devenir lourd, la liberté d'action de l'ouvrier se trouvait

Digitized by Google

diminuée et la durée du séjour dans l'atmosphère malsaine très-limitée. C'est pour cette raison que tous les appareils fondés jusqu'ici sur ce principe sont restés sans emploi pratique. L'homme qui en était muni pouvait bien respirer, mais non faire un travail utile : il lui fallait, en effet, s'avancer dans une atmosphère viciée en emportant sur son dos un récipient dont le poids devenait écrasant dès que sa capacité contenait une provision d'air à peine suffisante pour vingt minutes. En outre, le volume de l'appareil était une grande gêne pour l'ouvrier dès qu'il avait à pénétrer dans les réduits un peu étroits.

Dans l'appareil actuel, la provision d'air emportée peut être très-considérable ; elle peut être amenée aussi loin qu'on veut sans fatigue aucune, l'appareil ne pesant pas plus qu'une benne vide et étant porté sur un chariot identique. Une fois amenés au plus près du lieu du travail, les récipients d'air comprimé peuvent être abandonnés pendant tout le temps de l'opération, pendant que l'ouvrier s'engage plus loin avec une entière liberté de mouvements et qu'il agit librement dans un rayon assez étendu autour de la source d'air. Pendant tout le temps qu'il a un effort à développer, il ne porte sur son dos que le petit régulateur, du poids de 3 kilog. et d'un volume insignifiant, dont la description a été donnée plus haut. Il n'y a pas besoin d'un régulateur spécial à haute pression ; celui de l'appareil à basse pression suffit, et cela grâce à une disposition entièrement nouvelle et qui constitue l'originalité de l'appareil dont il s'agit. Elle permet de faire subir à l'air comprimé à 25 atmosphères, dans les gros récipients, un écoulement à deux degrés, si l'on peut ainsi parler. Il se produit deux variations successives de pression : une première amène l'air fortement comprimé à passer dans la boîte inférieure du régulateur sous une pression aussi

Digitized by Google

faible que l'on veut, mais pourtant supérieure à 1 atmosphère; une seconde fait passer cet air, par des moyens déjà connus, à la pression de l'atmosphère ambiante convenable pour la respiration et l'éclairage du mineur.

En résumé, l'ouvrier n'a d'autre peine supplémentaire que de pousser jusqu'au point où il veut s'arrêter un chariot léger qu'il ramène au retour. Mais durant tout le temps du travail, il n'a plus ni gêne ni entrave, et il peut agir avec la même sécurité et la même facilité de mouvement qu'à l'air extérieur. Il lui a fallu seulement amener au sein d'une atmosphère mortelle une sorte de pompe susceptible de lui fournir automatiquement, et sans manœuvre d'homme, un air pur pris à l'avance au dehors.

Éléments de l'appareil à haute pression. — L'appareil à haute pression comprend divers éléments qui peuvent être divisés en organes de distribution et organes de chargement.

Les *organes de distribution* comprennent :

Un réservoir dit *de distribution;*

Un nombre indéterminé de réservoirs dits *d'approvisionnement;*

Un cadre de support et son chariot;

Un tuyau de manœuvre;

Uu régulateur à deux fins, par homme;

Une lampe et son tuyau, par homme.

Les *organes de chargement* se composent de :

Un compresseur compensateur à deux corps;

Un tuyau de chargement et son manomètre.

Ceux des éléments de distribution, dont la description n'a pas été déjà donnée, sont figurés ci-contre vus d'ensemble. Nous allons les décrire successivement.

Digitized by Google

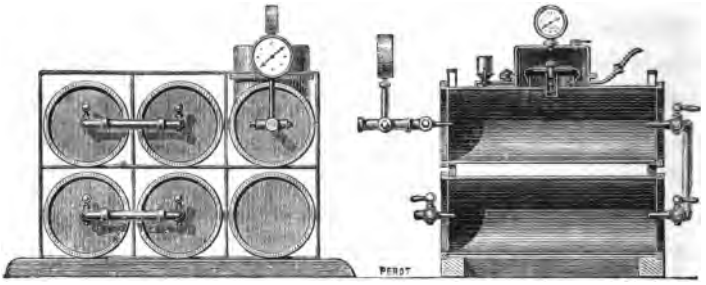


Fig. 16. — (Vue de face.) (Coupe verticale.)

Réservoir de distribution. — C'est un cylindre en tôle d'acier essayé à 40 atmosphères et pouvant être chargé en toute sécurité à 25. La pression n'est, en effet, jamais susceptible de s'élever brusquement comme dans les chaudières à vapeur. L'accumulation d'air se fait toujours d'une manière lente et régulière, et un manomètre à demeure sur le récipient en indique les variations et la limite.

Sur la súrface latérale est disposée une chambre à air, avec soupape, calotte et couvercle, exactement semblable à celle du régulateur d'éclairage (décrit pages 17 à 25), mais de dimensions plus grandes. Si l'on se reporte à la théorie déjà donnée, on se rappelle que cette disposition permet de créer un écoulement constant de gaz sous telle pression que l'on veut. C'est par ce moyen que l'on introduit constamment de l'air dans la boîte inférieure du régulateur à deux fins, au fur et à mesure de la consommation, en réglant comme on veut cette pression intermédiaire qui doit rester assez faible. L'écoulement est déterminé par le passage sous le couvercle d'une certaine quantité d'air dont on règle l'accès au moyen d'une coquille comme on l'a vu déjà.

Nous n'avons pas à insister sur le mode de fonctionnement. La théorie et la manœuvre pratique de l'appareil

Digitized by Google

sont identiques à celles que l'on connaît pour le régulateur d'éclairage. La seule différence consiste en fait à ce que l'air, au lieu de se répandre librement au dehors, va, au fur et à mesure qu'il sort du réservoir de distribution, s'emmagasiner dans la boîte inférieure du régulateur à deux fins et que sa pression n'y dépasse jamais une limite que l'on fixe à l'avance et à volonté.

Réservoirs d'approvisionnement. — Ce sont aussi des cylindres de tôle d'acier qui n'offrent rien de particulier. Chacune de leurs bases porte un raccord muni d'un robinet. Les directions de ces raccords sont telles que les réservoirs puissent être réunis les uns aux autres dans un ordre déterminé. Le premier communique de la même façon avec le réservoir d'approvisionnement. Pour éviter tout tâtonnement, les récipients qui sont destinés à être placés sur un cadre de support ont été numérotés à l'avance. Ils communiquent de l'un à l'autre au moyen de petits ajouts de caoutchouc. Les robinets des raccords permettent d'établir ou d'intercepter à volonté cette communication. De cette façon, on peut faire en sorte que tous les récipients ne forment qu'un réservoir unique. On peut au contraire, si l'on veut, les rendre indépendants l'un de l'autre, de façon à pouvoir remplacer chacun d'eux isolément et mettre un nouveau réservoir plein à la place de tel ou tel réservoir vide.

Chacun de ces réservoirs, chargé à 25 atmosphères, contient 500 litres d'air renfermés sous un volume de 20 litres, et fournit un aliment à la respiration d'un homme et à la combustion de sa lampe pendant un minimum de temps d'une demi-heure.

Dans la pratique, on réunit un réservoir de distribution et cinq réservoirs d'approvisionnement sur un cadre de

Digitized by Google

support en fer. Ce cadre est garni à sa partie inférieure de traverses en bois qui permettent de le fixer sur un chariot de benne. Il est disposé de façon à ce que les réservoirs puissent être retirés isolément de leur case, et replacés de même.

De cette façon, si l'on veut laisser le même homme occupé à son travail pendant plus de trois heures, un deuxième ouvrier peut venir avec un cadre tout semblable vers la fin du travail, changer les cinq réservoirs vidés par son camarade contre cinq réservoirs pleins, et s'en revenir, en respirant l'air du seul réservoir de distribution, faire charger ceux qu'il rapporte. On comprend ainsi que, par un va-et-vient très-simple, on arrive, comme nous l'avions annoncé, à faire rester le même homme dans les gaz méphitiques pendant un temps indéfini.

Durée de la provision d'air. — La consommation varie beaucoup avec l'homme. Néanmoins on peut calculer qu'une personne de constitution ordinaire ne consomme pas plus de 12 à 15 litres d'air par minute. La lampe, de son côté, n'use pas 2 litres d'air pendant le même temps. En adoptant comme moyenne ce chiffre de 15 à 20 litres d'air consommé par minute, on voit que l'homme pourra mettre de 25 à 35 minutes pour consommer l'air d'un seul réservoir. Comme on en réunit six d'ordinaire, l'ouvrier a une provision d'air pour trois heures. La pratique vérifie absolument ces chiffres. Il est à remarquer, du reste, que plus le travail effectué est pénible, plus la consommation d'air est rapide.

Fin du jeu du régulateur. — Dès que la pression dans les réservoirs d'air aurait atteint celle du gaz contenu sous le couvercle, le jeu alternatif du plateau cesserait.

Digitized by Google

L'ouvrier ferait le vide dans la chambre à air et le réservoir, dont la soupape resterait entièrement ouverte.

Le mineur s'en apercevrait immédiatement, la respiration devenant, de très-aisée et très-libre qu'elle était auparavant, d'abord gênée, puis difficile. Mais avant qu'il eût épuisé entièrement sa provision d'air, il s'écoulerait un espace de temps assez long pour que dans la plupart des cas, il pût revenir jusqu'aux galeries saines. Le mieux est de ne pas laisser épuiser la provision jusque-là et de recommander à l'ouvrier de revenir dès que l'aiguille du manomètre descend au-dessous d'une division qu'on lui indique à l'avance.

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAPITRE VII.

COMPRESSEUR COMPENSATEUR OU POMPE A HAUTE PRESSION.

Compresseur compensateur. — Nous avons vu que les récipients doivent contenir de l'air à 25 atmosphères. Il fallait donc créer une pompe qui permît de résoudre le problème suivant :

Trouver un moyen pratique de comprimer l'air sans fuite et sans chaleur à une pression de 30 à 40 atmosphères.

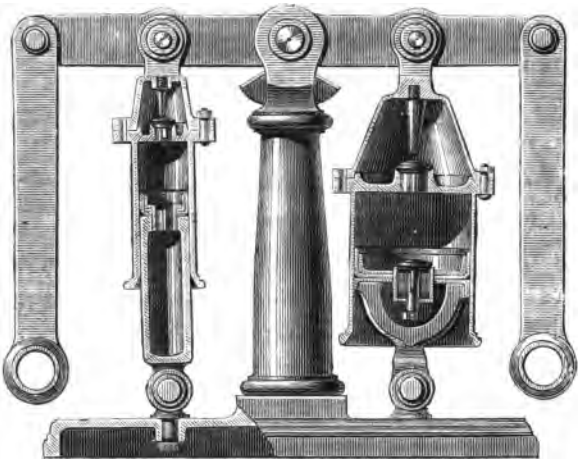


Fig. 17.

La machine employée pour obtenir ce résultat est une

Digitized by Google

pompe à pistons fixes et à corps mobiles, et toujours fondée sur le principe de la pompe des petits appareils, la fermeture hydraulique. Pour arriver à produire les effets les plus énergiques, il suffit de disposer l'appareil de manière à ce que l'air y subisse une série de compressions successives. L'air atmosphérique est pris par le premier corps de pompe et enfermé dans un premier réservoir de capacité calculée de manière à ce que la pression y demeure de 4 atmosphères. Cet air déjà comprimé est aspiré ensuite par un deuxième piston plus petit, et il passe dans un réservoir six fois moindre que le premier, où sa pression devient de 24 atmosphères.

Comme on le voit sur la figure, le piston de prise d'air est en tout semblable à celui d'une petite pompe, aux dimensions près. Quant au second piston, sa tige est creuse et elle communique avec le réservoir supérieur du premier corps par un tuyau de caoutchouc à hélice métallique, que l'on ne voit pas sur le dessin.

Les deux pistons sont fixés sur une plaque en fonte par des chapes filetées et arrêtées par des écrous. L'un et l'autre portent une garniture et un cuir embouti comme ceux des petites pompes : l'action de l'eau comprimée fortement colle, comme on le sait, le cuir contre les parois du piston d'autant plus fortement que la pression est plus élevée. L'introduction de l'eau se fait par un godet à robinet lorsque l'aspiration a lieu. La présence du liquide a toujours ses trois avantages : empêchement des fuites, refroidissement du corps de pompe et de l'air, suppression de l'espace nuisible.

Un autre avantage propre à la disposition de cette pompe est que le travail des manœuvres se trouve distribué aussi également que possible sur chacun des balanciers, eu égard à la pression qui varie sans cesse; si l'on

Digitized by Google

prend le second corps de pompe, il y a au-dessous de la soupape de son piston une pression favorable de 4 atmosphères, et le gaz est déjà réduit à un volume quatre fois moindre que sa capacité primitive. La résistance est donc beaucoup moins grande que si l'on voulait porter l'air directement à une pression de 24 atmosphères.

Un compresseur à deux corps, très-ramassé, très-maniable, permet de remplir dans 8 à 10 minutes un réservoir de 20 litres de capacité d'air à 25 atmosphères. Tout en conservant à la pompe ses balanciers, on peut, par une transformation de mouvement très-simple, faire effectuer ce travail en utilisant une infime partie de la force motrice des machines d'épuisement ou d'extraction. Pour la manœuvre à bras, quatre hommes suffisent très-bien à ce travail.

Compresseur à quatre corps. — Le principe du compresseur compensateur est d'une justesse si mathématique que l'on a pu construire des pompes à quatre corps donnant des résultats vraiment surprenants. Ces appareils sont trop encombrants et trop compliqués pour avoir de grandes applications industrielles; mais ils n'en sont pas moins dignes d'intérêt, au point de vue scientifique proprement dit. En quelques coups de piston, l'air est amené sans échauffement à des pressions de 40 et 60 atmosphères, que l'on considérait jusqu'ici comme impossibles à manier pratiquement. Nous n'avons trouvé d'autre limite à l'élévation du degré de compression que celle de la résistance des tuyaux de chargement.

Digitized by Google

Digitized by Google

CHAPITRE VIII.

APPLICATIONS DES AÉROPHORES. — SAUVETAGES ET TRAVAIL DANS LES MINES.

Sauvetages. — Il est évident qu'un appareil qui permet de pénétrer dans les milieux irrespirables à une distance quelconque, et d'y séjourner avec de la lumière aussi longtemps que l'on veut, trouvera un emploi utile après tous les accidents de mine : explosions de grisou, éboulements, inondations subites. Dans les cas, heureusement fréquents, où tous les hommes ne seront pas tués sur le coup, les aérophores serviront à pénétrer sans délai jusqu'au dernier refuge des survivants, tandis qu'aujourd'hui on est, la plupart du temps, obligé d'attendre qu'une ventilation énergique ait chassé le mauvais air.

Lorsque ces appareils ne pourront servir à atténuer les effets d'une explosion, ils serviront du moins à constater immédiatement l'étendue du désastre. On pourra savoir de suite jusqu'où la mine est praticable, et s'aventurer même au delà, sans se préoccuper de l'état de l'atmosphère des galeries pour accélérer, par des réparations immédiates, la reprise des travaux.

Voici, au surplus, sur les services de cette nature que peut rendre l'appareil, quel est l'avis du Conseil général des mines, qui a adopté les conclusions suivantes du rap-

Digitized by Google

port d'une commission composée de MM. les inspecteurs généraux : Grüner, président, du Souich et Lefébure de Fourcy :

« Quelques mines importantes de France possèdent déjà des appareils respiratoires de sauvetage. L'administration a eu plusieurs fois l'occasion d'en recommander l'emploi, et cette salutaire précaution pourra être rendue obligatoire par voie d'injonction préfectorale. Il est en effet permis de penser que si des appareils du genre de ceux qui viennent d'être décrits avaient existé sur nombre de mines, théâtres d'explosions de grisou, on aurait pu arriver à temps jusqu'aux victimes et en disputer quelques-unes à la mort. On ne saurait entourer d'une trop grande sollicitude la courageuse population qui se consacre à l'exploitation de nos richesses minérales ; il y aurait parcimonie coupable à reculer devant toute dépense utile à la conservation du moindre de ses membres. »

Nous n'avons rien à ajouter à cette appréciation. Il serait oiseux d'énumérer les cas particuliers dans lesquels l'appareil, à cet égard, trouvera un utile emploi. On le sait, en effet : autant d'accidents, autant de circonstances spéciales.

A chaque exploitant de voir jusqu'à quel point sa responsabilité pourrait se trouver engagée, s'il se laissait surprendre par un sinistre sans avoir pris une précaution considérée aujourd'hui comme si indispensable par l'autorité compétente.

Applications au travail des mines. — Quelle que soit l'utilité des aérophores au point de vue du sauvetage, ce ne sera pas pour cet usage qu'ils seront le plus fréquemment, sinon le plus fructueusement employés. Ces appareils ne doivent pas seulement trouver une application dans

Digitized by Google

des cas exceptionnels; ils sont, croyons-nous, destinés à devenir les auxiliaires continuels de l'exploitation. Nous n'entendons pas dire qu'ils soient susceptibles d'entrer dans la pratique journalière du travail courant, mais on y aura recours toutes les fois qu'une difficulté momentanée sera créée par la présence du mauvais air en un point de la mine, et l'on sait si de pareils cas se présentent fréquemment.

Nous allons indiquer les applications au travail les plus importantes.

Extinction des incendies de mine. — Il n'y a qu'un moyen de combattre les incendies qui se produisent si souvent d'une manière spontanée ou accidentelle : il faut entourer le foyer de l'incendie de barrages qui empêchent celui-ci de se propager. Il est rare que la construction de ces barrages n'occasionne pas des difficultés considérables, pour peu que l'on veuille ne pas trop perdre de terrain autour du foyer de l'incendie. Un grand nombre d'hommes sont employés successivement à ces travaux, et bien qu'ils ne restent chacun que quelques minutes dans la fumée ou les gaz irrespirables, il se produit le plus souvent des cas d'asphyxie passagère ou même complète. En tout cas, ce genre de travail est un des plus pénibles que l'on ait à effectuer dans les mines. Il occasionne des dépenses de main-d'œuvre très-considérables, et, ce qui est plus grave, des pertes de temps et des inquiétudes qui ne se mesurent pas par des chiffres.

Avec les aérophores, la construction des barrages devient une opération d'une grande simplicité. Pourvu que l'homme ne se mette pas à la portée de la flamme, il peut faire son travail au milieu des produits de la combustion aussi tranquillement qu'à l'air libre. Il est hors de doute

Digitized by Google

que l'appareil servira non-seulement à éteindre les incendies au fur et à mesure qu'il s'en produira, mais encore que l'on pourra, avec lui, reprendre des piliers isolés par des barrages anciens auxquels on n'ose toucher actuellement.

Les aérophores deviendront en quelque sorte « *la pompe à incendie des mines* », suivant l'expression de l'un des hommes les plus versés dans la science de l'exploitation.

Les Allemands, qui ont les premiers appliqué les appareils de respiration à cet usage, ont dans le courant de cette année sauvé de la sorte plusieurs quartiers de mines.

Travaux dans les gaz méphitiques et détonants. — Outre les barrages contre l'incendie, on peut avoir à faire des séparations pour isoler les travaux actuels de vieux travaux avec lesquels on serait mis fortuitement en relation.

On peut avoir un quartier rapidement envahi par le mauvais air, soit à la rencontre d'un soufflard, soit à la suite d'un abaissement anormal et rapide du baromètre.

On peut avoir à faire un percement d'aérage dans un quartier imparfaitement ventilé d'une mine à grisou, et ce percement peut être fort difficile à achever, surtout s'il est fait en montant.

Dans ces divers cas, il peut être du plus grand intérêt de continuer à travailler sans interruption sur un point rendu inaccessible par le mauvais air, et les aérophores permettent, comme on l'a vu, d'opérer dans tous ces milieux absolument comme au dehors.

Comme la manœuvre des appareils n'exige absolument aucun apprentissage, cette méthode si simple pour effectuer des travaux réputés jusqu'ici impossibles ne peut tarder à se généraliser.

Nous n'énumérerons pas, bien entendu, tous les cas par-

Digitized by Google

ticuliers où les aérophores pourraient être utiles, Il suffit que les ingénieurs, pour en user utilement, partent de ce principe :

Qu'un travail quelconque est désormais aussi facile à effectuer dans les gaz dangereux que dans les régions saines des galeries. *Chaque fois que le travail sera assez pressé pour que son exécution immédiate vaille la peine de faire la dépense de la main-d'œuvre des hommes employés à la pompe, il n'y aura qu'à recourir à l'aérophore pour lever tout embarras.*

Aussi croyons-nous que cet appareil fera réaliser des économies énormes, soit d'argent, soit de temps, à toutes les mines où les ingénieurs sauront l'employer judicieusement.

Nous ne voudrions pas cependant qu'on se méprît sur notre pensée. Ces appareils ne sont susceptibles d'être utilisés que dans un certain nombre de cas exceptionnels que l'exploitation doit tendre à réduire le plus possible, le grand principe étant toujours de ventiler suffisamment. Seulement, les aérophores donneront le moyen de ne plus se préoccuper des accumulations fortuites et passagères de gaz dangereux. Or, on sait qu'elles se produisent encore fréquemment en certains points des mines mêmes où ce précepte fondamental d'une ventilation énergique est le mieux compris et le mieux appliqué.

Lampes à réservoir distributeur. — Dans certains cas tout à fait exceptionnels, il a fallu effectuer des travaux de durée au milieu de dégagements de gaz tels que l'usage des meilleurs lampes de sûreté était impossible et que l'on faisait travailler un certain nombre d'hommes à la lueur de lampes électriques ou de tubes de Geissler. Nous avons construit des lampes à réservoir d'air com-

Digitized by Google

primé, dont le récipient est mobile sur roulettes et peut être manié le plus facilement du monde. La lampe, restée identique à celle qui est déjà décrite, communique avec le récipient par un tuyau d'un diamètre extrêmement faible et d'une solidité à toute épreuve, qui donne toute facilité de manœuvre à l'ouvrier.

Par un procédé de distribution analogue à celui que nous avons décrit par deux fois, l'air est envoyé à la lampe en quantité nécessaire et suffisante, de telle façon qu'elle brûle pendant cinq à six heures.

Cette lampe donne une *sécurité absolue*. Avec elle la solution du problème de Davy serait complète, et les accidents de mine à jamais supprimés si son emploi pouvait entrer dans la pratique. Si une grande compagnie, à exploitations dangereuses, ajoutait à ses puissantes machines d'extraction et d'épuisement une machine de compression d'air de quelques chevaux, elle pourrait répondre d'en avoir fini avec les accidents et les embarras de toute espèce occasionnés par la présence du grisou.

Mais, sans nous engager dans le développement d'idées aussi nouvelles, nous resterons dans le domaine de la pratique immédiate en signalant aux ingénieurs qu'au lieu de recourir, dans des cas exceptionnels, aux appareils d'éclairage électrique toujours compliqués et délicats à manier, ils ont désormais un moyen tout à fait simple d'éclairer momentanément tout un chantier, quelque dangereuse qu'y soit l'atmosphère.

Digitized by Google

CHAPITRE IX.

DE L'USAGE DES APPAREILS PLONGEURS ET DES LAMPES SOUS-MARINES DANS LES MINES.

Il paraîtrait vraiment incompréhensible que l'industrie des mines n'eût pas employé jusqu'ici les appareils plongeurs, si l'obscurité profonde qui règne dans les puisards n'en avait rendu l'usage impraticable. Un ouvrier ne peut, à tâtons, effectuer de travail bien utile, et il fallait absolument qu'un éclairage sous-marin satisfaisant fût découvert avant que l'on pût songer à tenter, dans les profondeurs des puits de mines, des travaux comme ceux que l'on exécute dans les eaux translucides des ports et des rivières.

Cette question de l'éclairage sous l'eau vient d'être résolue complétement par nous, et il est à croire que l'exploitation houillère profitera à son tour, comme tant d'autres industries, de la faculté de pouvoir faire exécuter sous l'eau des travaux jusqu'ici impossibles.

Toutes les pompes d'épuisement, ces appareils si importants, exigent un entretien de tous les instants, et ce n'est qu'au prix d'une surveillance continuelle qu'on les maintient en bon état de fonctionnement dans les circonstances ordinaires. Tant que les avaries sont extérieures et n'intéressent pas des organes placés sous l'eau, les réparations sont immédiates; mais sitôt que la pompe se dérange,

Digitized by Google

par suite de l'engorgement des prises d'eau des tuyaux d'aspiration, ou pour toute autre cause provenant des éléments plongés dans l'eau, on se trouve arrêté faute de pouvoir pénétrer à une petite profondeur.

Aussi un appareil plongeur serait-il un appareil préventif permettant d'étendre l'entretien de la pompe à des parties qu'il faut aujourd'hui abandonner à elles-mêmes. Mais là n'est peut-être pas son utilité principale.

Quoi qu'on fasse, quelques précautions que l'on prenne, il arrive fréquemment dans la pratique qu'une pompe se trouve, comme on dit, noyée. Le fait se produit de deux façons différentes : le débit de la pompe devient insuffisant par suite d'un afflux subit des eaux ou bien par suite d'un dérangement survenu dans les organes principaux. Dans les deux cas le niveau de l'eau s'élève et, la hauteur du corps de pompe une fois atteinte, rend impossible l'entretien de ses garnitures. L'épuisement se ralentit et s'arrête : la pompe noyée devient hors de service, et l'on établit de nouveaux appareils d'épuisement au-dessus du niveau des eaux.

Cette méthode, qui consiste à abandonner les organes noyés et à ne regagner que par des descentes successives le terrain perdu, mérite au moins l'épithète de primitive. Elle est extrêmement coûteuse, et encore la perte d'argent n'est-elle souvent rien en comparaison de la perte de temps.

Est-il possible que l'on y persiste aujourd'hui que l'on pourra aller faire dans l'eau les réparations ou les travaux d'entretien qui eussent été régulièrement effectués à l'air libre? Sauf le cas de rupture des grosses pièces, les pompes noyées peuvent être remises en plein fonctionnement en deux ou trois jours de travail, de sorte que si l'élévation des eaux provient d'une avarie, l'épuisement se fait au

Digitized by Google

moyen du corps de pompe compromis qui se *dénoie* ainsi lui-même. On peut effectuer, tant que la profondeur des eaux au-dessus du point de travail ne dépasse pas 35 ou 40 mètres, toutes les opérations ordinaires d'entretien ou des réparations telles que les suivantes :

Changement de garniture du presse-étoupe ;

Dégagement des bouches d'aspiration ;

Visite des clapets et enlèvement des corps étrangers qui peuvent les empêcher de fonctionner ;

Remplacement des clavettes qui réunissent la tige du piston à celle du corps de pompe, etc., etc.

Tout cela, nous le répétons, sert à remettre en état des pompes qui semblent définitivement perdues; mais si l'on use de l'appareil sitôt que l'avarie se déclare, on arrête 'eau dans sa crue en faisant sur les corps de pompe en train d'être noyés tout ce que l'on eût fait si l'eau ne fût pas venue gêner les hommes dans leurs travaux de réparation.

Aussi une mine munie d'un appareil de ce genre ne pourrait-elle plus à l'avenir avoir de pompe noyée que dans le cas d'une invasion subite des eaux, et dans ce cas, si l'eau n'était pas montée à plus de 40 mètres, il n'y aurait pas besoin de descentes pour épuiser, la crue une fois arrêtée. Si, pendant le temps de l'élévation du niveau des eaux, le débit de la pompe non entretenue devenait insuffisant, on lui rendrait son importance première par une des réparations sous-marines indiquées plus haut.

Pour quiconque sait quelles dépenses, quelles pertes de temps et quelles appréhensions sur le sort de toute une mine occasionnent aux ingénieurs les avaries des pompes d'épuisement, il ne paraît pas douteux que les appareils plongeurs ne deviennent d'un emploi général dans les exploitations houillères et dans certaines exploitations métal-

Digitized by Google

liques. Une descente ordinaire coûte à elle seule plus cher qu'un appareil plongeur, dont le prix est ainsi gagné dans quelques jours et souvent dans quelques heures.

Une seule considération pourrait empêcher les appareils plongeurs d'être vulgarisés dans l'exploitation des mines : Par un préjugé qu'un ingénieur des ponts et chaussées ou un officier de marine aurait peine à comprendre, on se figure que les travaux sous-marins présentent des difficultés considérables, et l'on croit qu'il n'y a que des hommes spéciaux, exercés au travail de la plonge depuis longtemps qui puissent s'aventurer dans l'eau.

Or il faut un ou deux jours pour faire d'une demi-douzaine de mineurs des plongeurs capables de réussir toutes les réparations des pompes : la pratique du métier de plongeur se réduit à une étude de quelques minutes.

Tout le monde sait, dans les villes maritimes, que les ouvriers chauffeurs des navires de l'État sont indifféremment exercés à la plonge, et que le métier s'apprend en quelques heures. Il en serait des mineurs, race énergique et courageuse, comme des matelots.

Au surplus, nous avons formé en un temps insignifiant, dans les mines de Saint-Étienne, des plongeurs qui, le lendemain de leur premier essai, faisaient à 19 mètres de fond tout le travail qui leur était indiqué pour la réparation d'une pompe dont les clavettes s'étaient perdues.

Les Allemands, qui ont eu l'initiative de ces applications nouvelles, ont peut-être fait mieux. Ils ont organisé, dans les bassins de la Westphalie et du Bas-Rhin, une société d'ouvriers plongeurs qui s'engagent par écrit, vis-à-vis des compagnies, à effectuer tout travail de plonge. Quant à la difficulté d'amener les hommes à faire ce genre d'ouvrage, on peut juger si elle est considérable par l'extrait suivant

Digitized by Google

du rapport de l'assesseur royal des mines Tilmann, pour le district de Bochum :

« L'union minière a commencé au mois d'août de cette « année les expériences avec les appareils à plonger Rou- « quayrol-Denayrouze. Les premières expériences, pour « lesquelles les mines de Salzer et Neuack d'Essen et Ma- « rianne et Steinbock de Bochum ont prêté leurs bassins « de 11 à 12 pieds de profondeur, ont été faites à Essen, « par le maître plongeur de Cordts de Kiel, sous la direc- « tion de l'inspecteur royal des mines, M. Schrader, et à « Bochum sous ma direction. Les hommes qui travaillaient à « ces expériences ont été répartis en sections de huit hommes « et chaque section s'est exercée pendant trois jours. Le « premier jour l'appareil a été exposé dans toutes ses par- « ties, ainsi que toutes les conditions dans lesquelles il doit « être manœuvré ; le second jour ont commencé les expé- « riences des plongeurs ; le troisième jour, les hommes « pouvaient presque sans exception rester un quart d'heure « sous l'eau. Le montage et la pose de l'appareil ainsi que « le service de la pompe à air ont tout le temps été effec- « tués par les hommes mêmes employés aux expériences.

« 55 hommes environ ont pris part à ces expériences et « se sont montrés aptes aux travaux de plongeurs, par leur « constitution corporelle et leur habileté. Il faut relever la « déclaration du maître plongeur qui a assuré qu'il lui « était rarement arrivé de voir des apprentis plongeurs « déployer dès le début autant de courage et d'habileté, « et faire preuve d'une compréhension aussi rapide de la « construction et du fonctionnement de l'appareil que nos « mineurs.

« Aussi ces premières expériences terminées, parut-il juste « de les renouveler à de plus grandes profondeurs. Mais il

Digitized by Google

« fallait pour cela que l'appareil fût complété sous certains « rapports, notamment qu'on y ajoutât une lampe sous- « marine alimentée également d'air comprimé par le sys- « tème Rouquayrol-Denayrouze. Les expériences n'ont pu « être faites que le 11 de ce mois dans le puits d'aération « de la mine Karolinenglück à Bochum, qui se prête ordi- « nairement à ces expériences. Ce puits rond a 6 pieds « de diamètre, 19 toises de profondeur, et il est pourvu « d'un cuvelage en fer. Au commencement des expériences « l'eau s'élevait à environ 80 pieds au-dessus du fond, « toutefois le niveau de l'eau est ensuite descendu entre 45 « et 50 pieds. Les expériences y ont donné jusqu'ici de « bons résultats. Huit plongeurs, à savoir les maîtres mi- « neurs Fleischmann et Rosemberg à la mine Hannibal, « Vogelsang, Küs et Heckert de Königsgrube, Huisgen et « Kramer de la mine Konstantin et Hömann de Karo- « linenglück ont plongé plusieurs fois, et ont déblayé le « fond du puits de vieux morceaux de machines et autres « objets qui s'y trouvaient. Tous sont restés une demi-heure « sous 46 pieds d'eau sans éprouver la moindre incommo- « dité.

. . . . . .

« Après que les expériences du 11 de ce mois ont été « terminées, les plongeurs se sont réunis pour faire con- « naître leurs observations. En ce qui touche l'appareil, « celui avec plaque de poitrine en cuivre a été déclaré « le meilleur; pour le reste ils ne désirent que quelques « modifications sans importance. Les plongeurs nommés « ci-dessus ont fait la déclaration suivante: « *Nous soussi-* « *gnés, nous déclarons prêts à exécuter les travaux de* « *plongeurs de toute nature, avec l'appareil à plonger Rou-* « *quayrol-Denayrouze, et nous nous engageons spécialement* « *à faire à la requête de l'union minière, ces travaux, en*

Digitized by Google

« *tant que les autres devoirs de notre emploi en laisseront le* « *temps.* »

« Il a été proposé en outre que, dans toutes les mines où « l'on a à craindre une élévation des eaux, on réservât tou- « jours auprès des chapelles des pompes la place libre né- « cessaire pour les mouvements d'un plongeur armé, et « pour le placement de la lampe, et que les administrations « de ces mines s'entendissent à cet effet avec un des plon- « geurs.

« Enfin, on a résolu la formation d'une compagnie de « plongeurs pour la circonscription minière supérieure de « Westphalie sous la protection de l'union minière, et l'on « a discuté les bases de ses statuts, dont on demandera la « confirmation à l'union minière. Tout employé des mines « de la circonscription devrait pouvoir entrer dans cette « société après avoir prouvé qu'il connaît l'appareil à plon- « ger, qu'il sait s'en servir, et après avoir déclaré qu'il est « prêt à exécuter les travaux, du moins dans les gaz délé- « tères.

« Pour conclure, on peut ajouter à ce rapport que les « puits de la mine Karolinenglück inondés depuis plusieurs « années, et ayant 26 et 19 pieds de large sur 171/2 toises « de profondeur ont été explorés par le maître plongeur « Cordts à l'aide de la lampe. On y trouve encore des ac- « cessoires de pompe, et dans le cas où l'administration le « désirerait, les plongeurs se sont déclarés prêts à en opé- « rer le sauvetage. »

Nous ne croyons pas devoir donner ici la description des appareils plongeurs, tellement ceux-ci sont connus à l'heure présente.

Quant à la lampe sous-marine, celle qui a été construite dernièrement pour l'usage spécial des mines repose sur

Digitized by Google

un principe tout nouveau et analogue à celui de la lampe pour les gaz irrespirables que nous avons décrite plus haut. C'est toujours un courant d'air qui est envoyé autour de la flamme par un régulateur spécial ; seulement ici le couran d'air, s'il doit rester constant pour une profondeur déterminée, doit en même temps devenir plus fort à mesure que l'homme descend. Nous sommes arrivés à produire automatiquement ce résultat de la façon la plus simple, en réunissant le petit régulateur d'éclairage déjà décrit avec le corps d'une lampe de forme et de construction appropriées à un usage dans l'eau : une soupape à ressort, placée sur un point de la surface du couvercle, sert à régler la pression du gaz qui agit sur la calotte de manière à déterminer un écoulement convenable, que la lampe soit élevée ou abaissée par le plongeur. Quant à la forme, au poids et aux dimensions de la lampe, nous les avons réglés de façon à ce qu'elle soit aussi facile à manier dans l'eau qu'une lanterne à l'air libre.

Nous décrirons au surplus toutes ces dispositions plus en détail dans un travail spécial que nous préparons sur les travaux de plonge dans les diverses industries.

Digitized by Google

CONCLUSION.

Nous ne saurions trop le répéter, les travaux des mines rencontrent une foule de difficultés provenant de la présence de milieux irrespirables ou détonants. Que ces milieux soient l'eau, le grisou, l'acide carbonique ou la fumée des incendies, nous signalons des moyens éminemment pratiques de travailler et de s'éclairer sur tous les points actuellement inabordables.

Nous n'avons indiqué d'autres applications que celles que la pratique nous a fait rencontrer depuis un an. Il n'est pas douteux que dans certaines concessions où l'eau et le mauvais air gênent fréquemment l'exploitation, les ingénieurs n'arrivent à étendre considérablement l'emploi des aérophores à des travaux de nature très-diverse

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

CHAPITRE Ier. 3

CHAPITRE II. — Description des éléments composant l'appareil à basse pression. 13

CHAPITRE III. — Lampe Denayrouze. 27

CHAPITRE IV. — Pompe à air. 31

CHAPITRE V. — Accessoires. 37

CHAPITRE VI. — Appareils à haute pression. 41

CHAPITRE VII. — Compresseur compensateur ou pompe à haute pression. 49

CHAPITRE VIII. — Applications des aérophores. — Sauvetages et travail dans les mines. 53

CHAPITRE IX. — De l'usage des appareils plongeurs et des lampes sous-marines dans les mines. 59

CONCLUSION. 67

1311 — Paris. — Imprimerie CUSSET et Cᵉ, rue Racine, 26.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

OUVRAGES SUR LA MÉCANIQUE ET LES CHEMINS DE FER.

Portefeuille économique des machines, de l'outillage et du matériel, relatifs à la construction, aux chemins de fer, aux routes, à l'agriculture, aux mines, à la navigation, aux télégraphes, etc., contenant un choix des appareils les plus intéressants des expositions industrielles et agricoles : destiné aux ingénieurs, mécaniciens, conducteurs, constructeurs de machines, contre-maîtres, chefs d'atelier, élèves des écoles, entrepreneurs, ouvriers; M. C. A. OPPERMANN, directeur.

Il paraît du 1er au 5 de chaque mois, depuis le 1er janvier 1856, une livraison de 4 à 9 planches (28 sur 38), contenant de nombreuses cotes et leur légende explicative; plus 2 à 4 pages de texte (même format que les planches) à deux colonnes, avec tableaux et figures intercalées.— Le tome XVI correspond à l'année 1871.

Un prospectus complet de cette publication se distribue à la librairie.

Prix de l'abonnement annuel et de chaque année écoulée que l'on pourra se procurer séparément : pour Paris, 15 fr.; pour les départements, 18 fr.; pour l'étranger, 22 fr.

Résistance des matériaux. Résumé des leçons données à l'Ecole des ponts et chaussées sur la résistance des matériaux et sur l'établissement des constructions en terre, en maçonnerie et en charpente, par NAVIER, de l'Institut; 3e édition annotée et complétée par M. BARRÉ DE SAINT-VENANT, de l'Institut, ingénieur en chef des ponts et chaussées, avec des planches et un grand nombre de figures dans le texte.

En vente : la 1re partie du tome Ier en 2 fascicules avec figures dans le texte et 1 planche. 25 fr.

Injecteur Giffard. Divers mémoires par MM. COMBES, inspecteur général des mines; RÉSAL, DELOY, VILLIERS. In-8° avec pl. 5 fr.

Chemins de fer. Voie, matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer, ouvrage suivi d'un appendice sur les travaux d'art, par M. C. COUCHE, inspecteur général, professeur du cours de construction et de chemins de fer à l'Ecole des mines, ingénieur en chef du contrôle des chemins de fer (réseau de l'Est). Tome Ier, et tome II, 1er fascicule, 2 grands vol. in-8 et atlas de 52 grandes planches. 48 fr.

Chemins de fer. Construction des travaux d'art, aqueducs-ponts, tunnels, maisons de garde, barrières, plates-formes, ballast et voies. Texte et dessins-types, avec métrés estimatifs et notes explicatives, par E. VILLEVERT. 1 vol. in-4° élégamment cartonné à l'anglaise. 25 fr.

Chemin de fer d'intérêt local. LEVEL, ingénieur directeur des compagnies des chemins de fer d'Enghien à Montmorency (Seine-et-Oise) et d'Achiet à Bapaume (Pas-de-Calais). — **De la construction et de l'exploitation des chemins de fer d'intérêt local.** Études pratiques suivies de considérations économiques et techniques sur les chemins de fer à transbordement. 1er fascicule. 10 fr.

Chemins de fer russes. Etudes, profils, installation des réseaux ferrés exécutés par la grande Société des chemins de fer russes de 1857 à 1862. Notes recueillies et publiées par M. Ed. COLLIGNON, ingén. des ponts et chaussées. 1 vol. in-4 avec atlas de 51 pl. — Prix : 45 fr.

Chemins de fer des Vosges. Analyse détaillée et classement méthodique des dépenses faites pour ces travaux; par M. GRAEFF, inspecteur général. In-8° et atlas. 15 fr.

Chemins de fer de l'Est. VUIGNIER, ingénieur en chef des chemins de fer de l'Est. **Embranchement du camp de Châlons.** Mémoire relatif aux travaux exécutés pour l'établissement d'un chemin de fer de 25 kilom. construit en 65 jours. In-4° et atlas. 20 fr.

Chemin de fer du Cantal. — Construction de la section de chemin de fer de Murat à Vic-sur-Cère. — Concession, — Tracé, — Formalités, — Terrassement, — Ouvrage d'un ballastage, — Pose, — Matériel de voie, — Bâtiments, — Récapitulation des dépenses; par M. NORDLING. Grand in 4° avec figure. 12 fr. 50

Marchés de terrassement.— Etudes sur la jurisprudence en matière de marchés de terrassement, par le même. In-8°. 5 fr.

Signaux des chemins de fer. Etude sur les signaux des chemins de fer à double voie; par M. Edouard BRAME, ingénieur des ponts et chaussées. 1 vol. in-8 et atlas. 20 fr.

Tracé des chemins de fer. JACQUET (A.). **Tracé général des Courbes** circulaires, elliptiques et paraboliques de **Raccordement** pour chemins de fer, routes, canaux, etc. Nouvelle édition. In-8. 6 fr.

Détente des machines à vapeur. ZEUNER, professeur à l'Ecole polytechnique de Zurich. — **Distribution par tiroirs dans les locomotives,** traduit par MM. Debize et Mérijot, ingénieurs des manufactures de l'Etat. Grand in-8°, avec atlas, relié. 9 fr.

Stabilité des machines. LEDIEU, examinateur pour la marine. — **La rotative américaine Behrens et la question de la stabilité des machines.** Grand in-4° avec nombreuses figures sur bois, parfaitement gravées. 7 fr. 50

1311 — Paris. — Imprimerie CUSSET et Cie, rue Racine, 26.

Digitized by Google

D BROS. Inc.
Syracuse, N. Y.
Stockton, Calif.

Digitized by Google

Digitized by Google